Journal of Agroecology
Vol. 12, No.2, Summer 2020, p. 179-193

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۲، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۹، ص ۱۹۳-۱۷۹

مقاله علمی - پژوهشی

بررسی تنوع محصولات زراعی و باغی در استان زنجان

حسین کاظمی[1*]، سمانه بخشنده لاریمی[2]، سهیلا قلی‌خانی[3] و قربانعلی رسام[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۹/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۳/۱۷

کاظمی، ح.، بخشنده لاریمی، س.، قلی‌خانی، س.، و رسام، ق.، ۱۳۹۹. بررسی تنوع محصولات زراعی و باغی در استان زنجان. بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۲(۲): ۱۹۳-۱۷۹.

چکیده

کشاورزی بزرگ‌ترین استفاده‌کننده از تنوع زیستی محسوب می‌شود که امنیت غذایی در سطح جهان به آن وابسته است. در این مطالعه به بررسی وضعیت تنوع زیستی کشاورزی در شهرستان‌های استان زنجان بر اساس تفکیک محصولات زراعی و باغی پرداخته شد. ابتدا سطح زیر کشت و نوع محصول کشت شده در هر شهرستان از آمارنامه وزرات جهاد کشاورزی و سازمان جهاد کشاورزی استان زنجان استخراج شد. داده‌های هواشناسی نیز از اداره کل هواشناسی استان زنجان در طی دوره آماری ۱۵ساله تهیه گردید. سپس انواع شاخص‌های تنوع زیستی محاسبه شدند. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار شاخص شانون در محصولات زراعی (۲/۱۴) مربوط به شهرستان خرمدره و کمترین آن (۰/۸۷) در خدابنده و در محصولات باغی نیز بیشترین مقدار این شاخص مربوط به شهرستان طارم (۱/۹۲) و کمترین آن مربوط به خرمدره (۰/۶۲) تعلق دارد. از نظر شاخص سیمپسون هم بیشترین مقدار در محصولات زراعی و باغی به‌ترتیب مربوط به خرمدره (۰/۸۳) و طارم (۰/۸۱) و کمترین مقدار آن به‌ترتیب مربوط به شهرستان‌های خدابنده و خرمدره (۰/۳۴) بود. از نظر شاخص برگر- پارکر نیز بیشترین مقدار محصولات زراعی و باغی به‌ترتیب مربوط به خدابنده (۰/۸۰) و خرمدره (۰/۷۹) و کمترین مقدار آن نیز در هر دو نوع محصولات زراعی و باغی مربوط به شهرستان طارم بود که به‌ترتیب برابر با ۰/۲۶ و ۰/۲۵ می‌باشد. از نظر شاخص یکنواختی نیز بیشترین مقدار در محصولات زراعی و باغی به‌ترتیب در شهرستان‌های خرمدره، ماه‌نشان و ابجرود و کمترین مقدار در شهرستان‌های ابهر و خرمدره به‌دست آمد. شهرستان‌های ابهر و ابجرود و شهرستان‌های ماه‌نشان و زنجان به‌ترتیب در محصولات زراعی و باغی بیشترین تشابه سورنسون را دارا بودند. در ارزیابی ارتباط شاخص‌های تنوع زیستی با وضعیت اقلیمی مشخص گردید در بخش محصولات زراعی، شاخص غنای گونه‌ای با توجه به قرار گرفتن در راستای بردار بارش و رطوبت نسبی تحت تأثیر این عوامل قرار می‌گیرد، امّا در بخش محصولات باغی این شاخص به‌شدت تحت تأثیر دمای کمینه و رطوبت نسبی می‌باشد. نمودار دو بعدی آنالیز افزونگی (RDA) نشان می‌دهد که اکثر شاخص‌های تنوع زیستی در بین محصولات زراعی و باغی همبستگی بیشتری با دمای بیشینه و رطوبت نسبی دارند. به‌طور کلی، در برخی از شهرستان‌هایی که تنها یک یا دو گونه زراعی و باغی غالب بوده، تنوع محصولات کشاورزی کاهش یافته، در نتیجه حساسیت کشت‌بوم‌های کشاورزی در این مناطق به تغییرات محیطی و مدیریتی بیشتر است.

واژه‌های کلیدی: بوم‌سازگان، شاخص شانون، غنای گونه‌ای، یکنواختی گونه‌ای

مقدمه

امروزه بسیاری از فعالیت‌های انسانی منجر به خسارت بی‌سابقه‌ای به بوم‌سازگان شده که استواری، دوام بوم‌نظام‌ها و همچنین فراهمی کالا و خدمات را تهدید می‌کند (Zhu et al., 2003; Makhdom, 2005). در نظام طبیعی جهان، قاعده هرم زندگی بر عرصه گسترده پوشش سبز و تنوع عناصر قرار دارد. اگر این پایه استوار بماند، دیگر سطوح حیات هم شکل گرفته و در صورت وجود تنوع بیشتر، تعاون و همبستگی گونه‌ها در برابر بیماری‌ها، آفات و شرایط نامساعد محیطی قوی‌تر خواهد شد. هر گونه گیاهی در بافت طبیعی محیط به مثابه حلقه زنجیری است که در صورت مفقود شدن و یا آسیب دیدن، مجموعه بافت را از تعادل خارج می‌کند. بر این اساس تنوع گیاهی به‌طور وسیع در مطالعات پوشش و ارزیابی‌های زیست‌محیطی به‌عنوان

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانشیار گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشجوی دکتری زراعت و دانشجوی کارشناسی علوم و مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران.
۴- استادیار مجتمع آموزش عالی شیروان، شیروان، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email: hkazemi@gau.ac.ir)
Doi:10.22067/jag.v12i2.69227

یکی از شاخص‌های مهم در تعیین نقش مدیریتی و بررسی وضعیت بوم‌نظام مورد استفاده قرار می‌گیرد (Karen et al., 2004). تنوع زیستی بیانگر تنوع در کره زمین است و مجموع کلیه تغییرات زیستی از سطح ژن تا بوم‌نظام را در بر می‌گیرد (Brookfield & Padoch, 1994).

امروزه عملیات کشاورزی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش‌دهنده تنوع زیستی در سطح جهانی شناخته شده است. یکی از راهکارهای کلیدی در کشاورزی پایدار، بازگرداندن تنوع به محیط‌های کشاورزی و مدیریت مؤثر آن است. افزایش تنوع با دیدگاه‌های کشاورزی رایج فعلی که رسیدن به حداکثر تولید از طریق تک‌کشتی گیاهان در مقیاس وسیع می‌باشد، در تضاد است (Koocheki et al., 2003). چهار عامل اصلی تعیین‌کننده خصوصیات بوم‌نظام‌های زراعی منابع ژنتیکی گیاهی، عملیات مدیریتی، عوامل زنده و غیرزنده محیطی می‌باشد که کارکرد بوم‌نظام‌های زراعی بر این عوامل استوار است. منابع ژنتیکی گیاهی نشان‌دهنده تنوع زیستی موجود در بوم-نظام‌های کشاورزی است که امروزه معنای وسیع‌تری یافته و با در برگرفتن تنوع کلیه موجودات زنده اعم از گیاهان، جانوران و ریزجاندارانی که جهت تولید غذا و فعالیت‌های کشاورزی حائز اهمیت هستند، به‌عنوان تنوع زیستی کشاورزی شناخته می‌شود (FAO, 1999).

کارکرد بوم‌نظام‌های طبیعی و کشاورزی بر تنوع زیستی استوار است و نابودی تنوع زیستی تهدیدی جدی برای مقاومت بوم‌نظام‌های کشاورزی و در نهایت امنیت غذایی جهان محسوب می‌شود (Swift & Anderson., 1993). در حال حاضر سرعت نابودی گونه‌های گیاهی و جانوری در اثر فعالیت‌های انسان، به‌ویژه کشاورزی و صنعتی بالا بوده و این موضوع کارکرد نظام‌های بوم‌شناختی را به مخاطره انداخته است (Pimentel et al., 1992). به همین جهت مطالعه تنوع زیستی کشاورزی و حفاظت از آن در سال‌های اخیر مورد توجه بوم-شناسان کشاورزی بوده و از ابعاد مختلف مورد بررسی قرار گرفته است (Pimentel et al., 1992; Stocking, 2001). براین اساس و برای این دست از مطالعات انواع مختلفی از شاخص‌های تنوع زیستی پیشنهاد شده است.

تاکنون اکثر فعالیت‌هایی که در زمینه حفظ تنوع زیستی انجام گرفته در بوم‌نظام‌های طبیعی بوده است. این در حالی است که این مناطق تنها پنج درصد محیط‌های خشک را در بر گرفته است. برعکس، حدود ۵۰ درصد زمین‌ها به تولید محصولات کشاورزی و ۲۰ درصد به جنگل‌داری تجاری اختصاص دارد (Koocheki et al., 2006). با وجود این‌که اهمیت تنوع در کارکرد بوم‌نظام‌های کشاورزی و در نهایت پایداری آن‌ها توسط بسیاری از محققین مورد تأیید قرار گرفته، ولی اطلاعات و منابع علمی موجود در مورد اثرات متقابل بین این تنوع و کارکرد بوم‌نظام‌های کشاورزی ناچیز است (FAO, 1999; Naeem & Lee, 1995). تردیدی نیست که حفاظت و بهره‌برداری صحیح از تنوع زیستی موجود در بوم‌نظام‌های زراعی بیش از هر چیز در گرو شناخت ویژگی‌ها و پراکندگی مکانی آن است که خود مستلزم مطالعه تنوع زیستی کشاورزی در سطوح مختلف از جمله سطح بوم-نظام‌ها، گونه‌های زراعی و ژنوتیپ‌های آن می‌باشد (Koocheki et al., 2003).

با پیشرفت‌های صنعتی که روز به روز در جهان به‌وجود می‌آید، تأمین مواد اولیه این صنایع گوناگون نیز اهمیت ویژه‌ای می‌یابد، به-خصوص آن دسته از صنایعی که با استفاده از فرآورده‌های گیاهی تأمین‌کننده مواد غذایی و پوشاک و سایر مایحتاج روزانه جوامع هستند. ازاین‌رو مطالعه و حفاظت از تنوع زیستی کشاورزی در سال-های اخیر مورد توجه بوم‌شناسان کشاورزی بوده و از ابعاد مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2003) در مطالعه‌ای روی تنوع زیستی محصولات باغی، سبزی و صیفی ایران دریافتند که ۳۱ گونه محصول باغی و ۱۴ گونه سبزی و صیفی در کل کشور و در استان‌های مختلف مورد کشت قرار می-گیرند. این محققان تنوع محصولات باغی و سبزی و صیفی در استان‌های کشور را در محدوده‌ای نسبتاً مناسب دانستند. در همین راستا نصیری محلاتی و همکاران (Nassiri Mahallati et al., 2004) در مورد غلات نتیجه گرفتند که کمترین شاخص شانون در کل کشور مربوط به استان گیلان است که نشان‌دهنده غالبیت یک گونه غلات یعنی برنج می‌باشد. برآوردهای انجام شده بیانگر این واقعیت است که ارقام اصلاح شده موجب از بین رفتن ۹۰ درصد از ارقام محلی در سراسر جهان شده است. کارکرد بوم‌نظام‌های طبیعی و کشاورزی بر تنوع زیستی استوار است و نابودی تنوع زیستی تهدیدی جدی برای بقای بوم‌نظام‌های کشاورزی و نهایتاً امنیت غذایی جهان محسوب می‌شود (Koocheki et al., 2005; Blackshaw, 2001).

در مطالعه مرادی و سامی (Moradi & Sami, 2013) در شهرستان‌های استان کرمان، مشخص شد که بیشترین سطح زیر

کشت محصولات باغی بـه شهرسـتان‌هـای جیرفـت و رفسـنجان و کمترین مقدار آن به شهرستان بافت تعلق دارد. شهرستان‌های جیرفت و کرمان بیشترین غنای گونه‌ای محصولات زراعی (به‌ترتیب با ۲۰ و ۲۲ گونه) و باغی (به‌ترتیب با ۳۴ و ۳۱ گونه) را شامل شدند. در بـین محصولات کشاورزی مختلف استان، گونـه‌هـای گنـدم (*Triticum aestivum* L.) و پسته (*Pistacia vera*) در اکثر شهرستان‌ها گونـه غالب بودند. بالاترین میزان شاخص تنوع شانون در محصولات زراعی مربـوط بـه شهرسـتان‌هـای جیرفـت (۲/۲۷) و کرمـان (۱/۹۹)، در محصولات باغی جیرفت (۲/۳۱) و بافت (۲/۰۵) بود. در مطالعه ربیعی (Rajabi, 2014) در شهرستان‌های بیرجند و طبس مشخص شد که تنوع زیستی کشاورزی از وضعیت مناسبی برخوردار نمی‌باشد. هرچند غنای گونه‌ای محصولات باغی و زراعی شهرسـتان طـبس بیشـتر از بیرجند بود. تغییرات روند شاخص‌های تنوع زیستی طی بـازه زمـانی ۱۳۹۰– ۱۳۸۱ در اسـتان اصـفهان نشـان داد کـه سـطح زیرکشـت، شاخص‌های تنوع بتا، شانون و یکنواختگی محصولات زراعی در ایـن استان در بازه زمانی مورد نظر به‌طور معنی‌داری کاهش یافته اسـت. نتایج نشان داد که دلیل آن کاهش معنی‌دار سطح زیر کشت به‌علـت خشک‌سالی‌های مداوم و تغییر کاربری اراضی می‌باشد (Goldani et al., 2017).

استوکینگ (Stocking, 2001) نوسانات اقلیمی در یک منطقه را یکی از عوامل عمده تعیین‌کننده تنوع گونه‌ای در بوم‌نظام‌های زراعی بیان کرد و اظهار داشت که اثر تنوع اقلیمی بر تنوع گونه‌ای معمـولاً مهم‌تر از سایر عوامـل محیطـی (خـاک، آب و غیـره) اسـت. کـاوا و همکاران (Kawa et al., 2011) بیان نمودنـد کـه شـرایط اقلیمـی، کیفیت خاک و تاریخچه پوشش گیاهی منطقه، غنای گونه‌ای را تحت تأثیر قرار مـی‌دهـد. سـایر محققـان (Koocheki et al., 2003 a; Koocheki, 2005; Koocheki et al., 2003 b; Nassiri Mahallati et al., 2004; Gliessman, 1992) نیز نتیجه گرفتنـد که تنوع گونه‌ای ارتباط زیادی با عوامل اقلیمی و به‌خصوص بارندگی دارد. در نقاطی که شرایط اقلیمـی مسـاعدتر و مشـکل حاصـلخیزی وجود ندارد، تعداد گونه کاشته شده بیشتر بوده و سطح زیر کشت نیز توزیع یکنواخت‌تری را نشان می‌دهـد (Koocheki et al., 2003 c; Koocheki, 2005).

کشور ایران به‌دلیل پسـتی و بلنـدی‌هـای فـراوان و اقلـیم‌هـای متفاوت، از تنوع زیستی بالایی برخوردار بـوده کـه ایـن تنـوع دامنـه وسیعی از سودمندی‌های مستقیم و غیرمستقیم را در مقیاس محلی و جهانی در پی دارد. استان زنجان نیـز از تنـوع اقلیمـی و توپـوگرافی برخوردار بوده و این امر باعث شده که در سطح هشت شهرستان این استان انواع محصولات کشاورزی کشت شود. با توجه به اهمیت تنوع زیستی و استفاده از آن در مدیریت بوم‌نظام‌های رایج، این بررسی بـا هدف ارزیابی تغییرات تنوع زیستی کشاورزی برای محصولات زراعی و باغی استان زنجان به‌تفکیک هر شهرستان و رابطه آن بـا عوامـل اقلیمی در سال ۱۳۹۵ انجام شد تا نقش تنوع زیستی در بوم‌نظام‌های کشاورزی منطقه از جنبه‌های مختلفی از جمله ثبات و پایداری و نیـز ارتقاء کارکردهای آن‌ها قابل تفسیر باشد.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

استان زنجان در ۳۵ درجه و ۲۵ دقیقه تا ۳۷ درجـه و ۱۵ دقیقـه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۱ دقیقه تا ۴۹ درجـه و ۵۲ دقیقـه طـول شرقی واقع شده است که از شمال با استان‌های اردبیل و آذربایجـان شرقی، از جنوب با استان همدان، جنوب غربی و شرقی به‌ترتیـب بـا کردستان و قزوین و شمال غربی و شرقی نیز به‌ترتیب با استان‌هـای آذربایجان غربی و گیلان هم‌مرز می‌باشد. مساحت این استان ۲۱۷۷۳ کیلومترمربع می‌باشد. هرچند استان زنجـان وسـعت کمـی دارد؛ امّـا دارای تنوع آب‌وهوایی زیادی است. بـه‌طـور مثـال، منطقـه طـارم و ماه‌نشان آب‌وهوای نسبتاً گـرم دارنـد، ولـی سـایر منـاطق اسـتان از آب‌وهوای سردی برخوردار است. میانگین دمای استان بین ۹/۴ درجه سانتی‌گراد تا ۵/ ۱۷درجه سانتی‌گراد متغیر است. میانگین بارندگی نیز در استان زنجان بین ۲۰۰ میلی‌متر تا ۴۰۰ میلی‌متر ثبت شـده اسـت که بیش از میانگین کشور بارش دریافت می‌کند. ارتفاع از سطح دریا در استان زنجان از ۳۷۰ متر تا ۲۰۰۰ متر متغیر می‌باشد.

جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات

سطح زیر کشت و نوع محصول کشـت شـده در هـر شهرسـتان به‌تفکیک محصولات زراعی و باغی از آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی و آمارنامه سازمان جهاد کشاورزی استان زنجان و مصاحبه چهره بـه چهره با کارشناس‌های مدیریت‌های جهـاد کشـاورزی شهرسـتان‌هـا استخراج شدند. داده‌های هواشناسی نیز از اداره کل هواشناسی اسـتان زنجان در طی دوره آماری ۱۵ ساله تهیه شد. ایـن اطلاعـات شـامل

دماهای کمینه، بیشینه، متوسط سالانه، میزان رطوبت نسبی و میزان بارش سالانه بود. پس از جمع‌آوری داده‌ها محاسبات لازم برای به‌دست آوردن میانگین داده‌ها در دوره آماری صورت پذیرفت. از نرم‌افزار اکسل نسخه ۲۰۱۰ برای انجام محاسبات تنوع زیستی و از نرم‌افزار Canoco برای ترسیم روابطه بین شاخص‌های اقلیمی و تنوع زیستی استفاده شد.

شاخص‌های تنوع زیستی

شاخص شانون- واینر

شاخص شانون- واینر، ترکیبی از غنای گونه‌ای و فراوانی نسبی گونه‌ها بوده و مقدار آن در جوامع طبیعی از حدود پنج تجاوز نمی‌کند و از معادله ۱ محاسبه می‌شود (Ghorbani, 2008; Magurran, 1988):

معادله (۱) $$H = -\sum Pi \times LnPi$$

که در آن، H: شاخص شانون ($H \geq 0$) و $Pi= ni/N$، ni: تعداد افراد (یا مقدار زیست‌توده) هر گونه (i اُمین گونه) و N: (تعداد کل افراد یا زیست‌توده کل) در یک منطقه می‌باشد. مقدار ni/N نشان‌دهنده نسبت یا فراوانی نسبی یک گونه است. در این مطالعه به‌منظور محاسبه شاخص تنوع شانون، مقدار ni/N به‌صورت سطح زیر کشت هر محصول زراعی یا باغی به کل سطح زیر کشت گیاهان زراعی یا باغی در نظر گرفته شد (Koocheki et al., 2013).

شاخص توزیع سیمپسون

این شاخص، میزان غالبیت گونه‌ای در یک منطقه را نشان می‌دهد که مقدارش بین صفر تا یک متغیر است و بالا بودن این شاخص نشانگر بالا بودن غالبیت است که از معادله ۲ محاسبه می‌گردد (Hawksworth, 1995):

معادله (۲) $$C= 1 - D= 1- \sum Pi$$

که در آن، D: شاخص غالبیت سیمپسون، ni: سطح زیر کشت گونه i و N: سطح زیر کشت کل گونه‌ها می‌باشد. عکس شاخص سیمپسون (1/D) میزان تنوع یک گونه را نشان می‌دهد.

شاخص تنوع برگر- پارکر

شاخص تنوع برگر- پارکر، نشان‌دهنده فراوانی نسبی غالب‌ترین گونه‌ها بوده و با استفاده از معادله ۳ محاسبه می‌گردد (Hawksworth, 1995; Magurran, 1988):

معادله (۳) $$d = N_{max} / N$$

که در آن، N_{max}: تعداد افراد غالب‌ترین گونه در نمونه و N: تعداد کل افراد نمونه می‌باشد.

شاخص یکنواختی

این شاخص که با مشخص بودن شاخص تنوع شانون محاسبه می‌شود (معادله ۴) (Magurran, 1988).

معادله (۴) $$E_1= H' / Ln (S)$$

که در آن، E1: شاخص یکنواختی، H: شاخص شانون و S: تعداد گونه‌ها (سطح زیر کشت گونه‌های گیاهی) می‌باشد. شدت یکنواختی توزیع تعداد یا سطح زیر کشت گونه‌های گیاهی بوده و مقدار آن مساوی یا کوچک‌تر از یک می‌باشد. هرچه میزان آن به یک نزدیک باشد، به‌معنی یکنواختی بیشتر سطح زیر کشت گونه‌های یک محصول و هرچه به صفر نزدیک باشد نشان‌دهنده غالبیت یک محصول است (Koocheki et al., 2003).

شاخص تشابه سورنسون

مقدار این شاخص بین صفر و یک متغیر است که هرچه به یک میل می‌کند تشابه بیشتر بین دو منطقه و صفر نیز یعنی عدم تشابه در دو ناحیه مورد نظر است. عدد یک یعنی تشابه کامل بین دو منطقه مورد بررسی وجود دارد. این شاخص از معادله ۵ محاسبه می‌گردد (Chao et al., 2006):

معادله (۵) $$S = 2C / A + B$$

که در آن، C: گونه‌های مشترک دو منطقه، A و B: تعداد گونه‌ها در دو منطقه به‌تفکیک می‌باشند.

غنای گونه‌ای و تعداد کل افراد

تعداد کل گونه‌ها (غنای گونه‌ای) و تعداد کل افراد در مورد تمام گونه‌ها (N) که به اندازه واحد نمونه‌برداری وابسته است، به‌ترتیب از معادله‌های ۶ و ۷ محاسبه می‌شود (Ejtehadi et al., 2007):

معادله (۶) $$D_{mg} = S - 1 / Ln N$$

معادله (۷) $$D_{Mn} = S / \sqrt{N}$$

که در آن، D_{mg}: تعداد کل گونه، D_{Mn}: تعداد کل افراد، S: تعداد گونه و N: که تعداد کل افراد نمونه می‌باشد.

نتایج و بحث

شاخص شانون- واینر

بر اساس نتایج جدول ۱ در بین شهرستان‌های استان زنجان از نظر تنوع زیستی محصولات زراعی، بیشترین مقدار شاخص شانون- واینر، مربوط به شهرستان خرمدره بود (۲/۱۴) که علت آن بالا بودن سطح زیر کشت و غنای گونه‌ای از جمله کشت گیاهان زراعی گندم دیم و گندم آبی، لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) و یونجه (*Medicago sativa* L.) آبی نسبت به سایر شهرستان‌ها می‌باشد و کمترین شاخص شانون مربوط به شهرستان‌های خدابنده (۰/۸۷) و ابجرود (۰/۹۶) به‌دست آمد. به‌طوری‌که در شهرستان خدابنده گیاه زراعی گندم و در شهرستان خرمدره گیاه لوبیا، گیاهان غالب بودند. بر طبق جدول ۲ در اراضی باغی نیز بیشترین و کمترین شاخص شانون به‌ترتیب مربوط به شهرستان‌های طارم (۱/۹۲) و خرمدره (۰/۶۲) می‌باشد، که علت آن را در شهرستان خرمدره می‌توان مربوط به بالا بودن سطح زیر کشت گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) نسبت به سایر محصولات باغی دانست. بر این اساس در کل استان زنجان، شاخص شانون نشان‌گر این است یک یا دو گونه در اکثر شهرستان‌ها گونه‌های غالب بوده و این امر باعث حساسیت بیشتر کشت بوم‌ها به تغییرات محیطی و مدیریتی می‌شود. البته شاخص غالبیت محصولات باغی (۱/۹۶) نسبت به محصولات زراعی (۱/۳۸) بیشتر بود (جدول ۳). بالا بودن شاخص شانون در شهرستان خرمدره و طارم به‌ترتیب در محصولات زراعی و باغی را می‌توان به بالا بودن شاخص یکنواختی (۰/۲۴) ارتباط داد. همچنین پایین بودن شاخص شانون نشان‌دهنده کم بودن تنوع و غالبیت یک یا چندگونه خاص در این شهرستان‌ها از جمله گیاهانی مانند پیاز (*Allium cepa* L.)، گوجه‌فرنگی، خیار (*Cucumis sativus* L.)، هندوانه (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai)، خربزه (*Cucumis melo* L.) و سیر (*Allium sativum* L.) می‌باشد. در همین راستا نصیری محلاتی و همکاران (Nassiri Mahallati et al., 2004) بیان داشتند که در مورد غلات کمترین شاخص شانون در کل کشور مربوط به استان گیلان است که نشان‌دهنده غالبیت یک گونه غلات یعنی برنج در این استان می‌باشد. در مطالعه پوربابایی و همکاران (Pourbabaii et al., 2012) در رویشگاه جنگلی سفید مازوی اسالم گیلان، مشخص شد که با افزایش ارتفاع، تنوع شانون، مارگالف و منهینیک کاهش یافته و بیش‌ترین مقدار این شاخص‌ها در طبقه ارتفاعی پایین قرار دارد. اصولاً شاخص تنوع شانون کاربردی‌ترین شاخص برای ارزیابی تنوع به‌شمار می‌رود که تعداد گونه‌ها و یکنواختی گونه‌ها را مد نظر قرار داده است (Nassiri Mahallati et al., 2000; Magurran, 1998). مقدار تئوریک شاخص تنوع شانون برای گونه‌های گیاهی در بوم‌نظام‌های طبیعی در محدوده صفر تا پنج بوده Nassiri Mahallati et al., (2004) و حداکثر مقدار گزارش شده این شاخص برای گیاهان زراعی نیز سه می‌باشد (Meng et al., 1999). این شاخص‌ها معیار مناسبی برای تعیین توان بوم‌شناختی بوم‌نظام‌ها و ارزیابی و مقایسه آن‌ها در بعد مکان و زمان می‌باشد. به‌دلیل این‌که شاخص شانون توانایی بیشتری برای تشخیص تنوع گونه‌ای دارد و تحت تأثیر یکنواختی و غنای گونه‌ای است (Zarechahoki et al., 2007)، بنابراین، برای تعیین توان بوم- شناختی بوم‌نظام‌ها، ارزیابی و مقایسه آن‌ها در مکان و زمان بیشتر مدنظر قرار می‌گیرد (Ravanbakhsh et al., 2006).

شاخص سیمپسون

در این مطالعه از نظر محصولات زراعی شاخص سیمپسون نیز در بین شهرستان‌های خرمدره و طارم (۰/۸۳) و خدابنده (۰/۳۴) (جدول ۱) و از نظر محصولات باغی شهرستان‌های طارم (۰/۸۱) و خرمدره (۰/۳۴) به‌ترتیب بیشترین و کمترین توزیع غالبیت را دارا بوده‌اند (جدول ۲). بر طبق جدول ۳ در کل استان زنجان از نظر شاخص سیمپسون نیز غالبیت با زمین‌های باغی (۰/۸۲) بوده است. با توجه به بالا بودن شاخص تنوع سیمپسون که نشان‌گر غالبیت یک گونه در یک منطقه است، می‌توان بیان نمود علت بالا بودن این شاخص در محصولات زراعی و باغی در شهرستان‌های خرم‌دره و طارم به‌علت بالا بودن سطح زیر کشت محصولات باغی همچون گوجه‌فرنگی به‌میزان دوهزار هکتار و محصولات زراعی همچون سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) به‌میزان ۱۸۰۰ هکتار می‌باشد که با افزایش سطح زیر کشت آن‌ها، از میزان تنوع محصولات دیگر کاسته شده که این امر باعث کاهش شاخص یکنواختی به‌ترتیب در محصولات زراعی در شهرستان‌های طارم (۰/۲۳) و خرمدره (۰/۲۴) و در محصولات باغی در شهرستان طارم (۰/۲۱) و خرمدره (۰/۱۰) شده است.

جدول ۱- شاخص‌های تنوع زیستی زراعی در شهرستان‌های استان زنجان
Table 1- Agronomic biodiversity indicators in Zanjan province

شهرستان Township	سیمپسون Simpson	شانون Shanon	یکنواختی Uniformity	برگر- پارکر Burger-Parker	تعداد کل افراد در تمام گونه‌ها Total number of individuals in all species	تعداد کل گونه‌ها Total number of species
خدابنده Khodabande	0.34	0.87	0.072	0.80	0.035	13.91
زنجان Zanjan	0.63	1.51	0.13	0.58	0.049	14/91
سلطانیه Soltanieh	0.69	1.69	0.16	0.51	0.10	18.90
ماه‌نشان Mahneshan	0.58	1.33	0.12	0.61	0.062	13.90
خرمدره Khorramdarreh	0.83	2.14	0.24	0.33	0.10	8.88
طارم Tarom	0.83	2.03	0.23	0.26	0.15	12.88
ابهر Abhar	0.65	1.57	0.14	0.55	0.054	11.90
ابجرود Abajrood	0.41	0.96	0.090	0.75	0.024	4.90

جدول ۲- شاخص‌های تنوع زیستی محصولات باغی در شهرستان‌های استان زنجان
Table 2- Garden products biodiversity indicators in Zanjan province

شهرستان Township	سیمپسون Simpson	شانون Shanon	یکنواختی Uniformity	برگر- پارکر Burger-Parker	تعداد کل افراد در تمام گونه‌ها Total number of individuals in all species	تعداد کل گونه‌ها Total number of species
خدابنده Khodabande	0.64	1.29	0.17	0.53	0.16	6.86
زنجان Zanjan	0.67	1.41	0.16	0.52	0.10	7.88
سلطانیه Soltanieh	0.68	1.23	0.18	0.37	0.21	5.84
ماه‌نشان Mahneshan	0.76	1.65	0.24	0.34	0.26	7.85
خرمدره Khorramdarreh	0.34	0.62	0.10	0.79	0.16	2.82
طارم Tarom	0.81	1.92	0.21	0.25	0.13	11.88
ابهر Abhar	0.38	0.87	0.12	0.76	0.27	8.85
ابجرود Abajrood	0.61	1.14	0.24	0.52	0.51	4.78

جدول ۳- شاخص‌های تنوع زیستی زراعی و باغی در کل استان زنجان
Table 3- Indicators of agronomic and garden biodiversity in Zanjan Province

نوع اراضی Type of land	شانون Shanon	سیمپسون Simpson	برگر- پارکر Burger-Parker	یکنواختی Uniformity	تعداد کل افراد در تمام گونه‌ها Total number of individuals in all species	تعداد کل گونه‌ها Total number of species
زراعی Agronomic	1.38	0.54	0.65	0.10	0.03	21.92
باغی Horticultural	1.96	0.82	0.28	0.20	0.09	12.89

پایین بودن این شاخص در منطقه خرمدره نشان از پایین بودن سطح زیر کشت محصولات باغی مثل پیاز می‌باشد. اصولاً شاخص تنوع سیمپسون معیاری برای ارزیابی تنوع به‌شمار می‌رود که بر مبنای آن، هر بوم‌سازگانی که در آن هیچ یک از گونه‌ها نسبت به سایر گونه‌ها غالب نباشد، دارای تنوع بیشتری است و بنابراین در محاسبه آن به یکنواختی گونه‌ای نیز توجه می‌شود (Koocheki et al., 2003).

شاخص برگر- پارکر

بر اساس نتایج جدول ۱ از نظر شاخص برگر- پارکر فراوانی غالب‌ترین گونه‌ها در گیاهان زراعی همچون گندم دیم، یونجه آبی، گندم آبی، جو (*Hordum vulgare* L.) دیم، سیب‌زمینی، عدس (*Lens culinaris* Medik.) دیم مربوط به شهرستان خدابنده بوده است (۰/۸۰). نتایج جدول ۲ نیز نشان داد که غالب‌ترین گونه‌ها در اراضی باغی شهرستان خرمدره مشاهده شد (۰/۷۹). همچنین در کل استان زنجان، شاخص برگر- پارکر نیز در بین سطح زیر کشت محصولات زراعی نسبت به زمین‌های باغی کمی بیشتر است (جدول ۳). در تحقیق کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2014)، مشخص شد که در برخی از استان‌ها مانند بوشهر و کرمان به‌دلیل کشت غالب خرما (*Phoenix dactylifera* L.) و پسته، غالبیت گونه‌ای دیده می‌شود، زیرا شاخص برگر- پارکر نیز در این مناطق بیشتر از سایر استان‌هاست.

شاخص یکنواختی

این شاخص چگونگی توزیع فراوانی افراد را در بین گونه‌های موجود نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، یکنواختی بیانگر میزان تعادل در فراوانی گونه‌ها است. با معلوم بودن شاخص شانون، می‌توان میزان شاخص یکنواختی را محاسبه کرد. نتایج جداول ۱ و ۲ به‌ترتیب نشان می‌دهد که شهرستان خرمدره بیشترین (۰/۲۴) و ابجرود کمترین (۰/۰۹) سطح زیر کشت گونه‌های زراعی از جمله لوبیا و گندم و همچنین شهرستان‌های ماه‌نشان بیشترین (۰/۲۴) و خرمدره کمترین (۰/۱۰) میزان سطح زیر کشت محصولات باغی از جمله گوجه‌فرنگی را دارا هستند. در کل استان زنجان نیز بررسی‌ها نشان داد که شدت یکنواختی توزیع سطح زیر کشت گونه‌های گیاهی در بین محصولات باغی بیشتر بوده، امّا از غالبیت کمتری برخوردارند (جدول ۳). در مطالعه پورقاسمیان و مرادی (Pourghasemian & Moradi, 2016) در استان اصفهان مشخص شد که شهرستان‌های فلاورجان، خمینی‌شهر، کاشان، نایین و نجف‌آباد دارای بیشترین شاخص یکنواختی در بین محصولات زراعی و شهرستان اصفهان کم‌ترین میزان این شاخص را داراست.

تعداد کل گونه و تعداد کل افراد در تمام گونه‌ها

از نظر تعداد کل گونه (غنای گونه‌ای) زراعی بیشترین و کمترین مقدار در بین مربوط به شهرستان سلطانیه (۱۸/۹۰) و ابجرود (۴/۹۰) و در بین گونه‌های باغی نیز بیشترین و کمترین آن به‌ترتیب مربوط به شهرستان طارم (۱۱/۸۸) و شهرستان خرمدره (۲/۸۲) مشاهد شد. از نظر تعداد کل گونه نیز در بین محصولات زراعی شهرستان طارم (۰/۱۵) و در بین محصولات باغی نیز شهرستان ابجرود (۰/۵۱) بیشترین تعداد را نشان دادند (جدول‌های ۱ و ۲). در مجموع، تعداد کل گونه‌ها و افراد هر گونه در بین محصولات زراعی در کل استان زنجان بیشتر از محصولات باغی بود (جدول ۳). Koocheki et al., (2003) در مطالعه تنوع زیستی محصولات باغی، سبزی و صیفی ایران دریافتند که ۳۱ گونه محصول باغی و ۱۴ گونه سبزی و صیفی در کل کشور و در استان‌های مختلف مورد کشت قرار می‌گیرند. این محققین تنوع محصولات باغی و سبزی و صیفی در استان‌های کشور را در محدوده‌ای نسبتاً مناسب دانستند.

شاخص تشابه سورنسون

اصولاً شاخص تشابه سورنسون هر چقدر به یک میل کند، تشابه بیشتری بین دو منطقه وجود داشته و عدد صفر هم به‌معنی عدم وجود تشابه دو ناحیه مورد نظر است و یک یعنی تشابه کاملی بین دو منطقه وجود دارد. بنابراین، بر طبق جدول ۴ بیشترین تشابه بین سطح زیر کشت محصولات زراعی در دو شهرستان ابهر و ابجرود مشاهده شد (۰/۹۶). از نظر این شاخص بیشترین تشابه بین سطح زیر کشت محصولات باغی بین دو منطقه سلطانیه و ماه‌نشان به‌دست آمد (جدول ۵). در همین راستا کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2003c) همچنین دریافتند که در بین برخی از استان‌های کشور شباهت زیادی از نظر ارقام زیر کشت گندم وجود دارد و این شباهت در بین استان‌هایی که از نظر ویژگی‌های اقلیمی مشابه بودند، بیش‌تر بود. در بررسی مندنی و همکاران (Mandani et al., 2017) در استان کرمانشاه مشخص شد که شهرستان‌های کرمانشاه و کنگاور با شاخص تشابه سورنسون ۰/۸۵ دارای بیشترین تشابه و اسلام‌آباد غرب با قصر شیرین با شاخص تشابه صفر کمترین تشابه را از نظر تنوع گیاهان دارویی دارند.

رابطه بین شاخص‌های تنوع زیستی با عوامل اقلیمی

نتایج تجزیه و تحلیل آنالیز تطبیقی RDA نشان داد که عوامل اقلیمی اثر معنی‌داری بر شاخص‌های تنوع زیستی در منطقه مورد مطالعه دارند، در بین محصولات زراعی شاخص غنای گونه‌ای در جهت مثبت محور اول و جهت منفی محور دوم قرار گرفته و با بارش سالانه و رطوبت نسبی و شاخص برگر- پارکر نیز در جهت مثبت محور اول و دوم قرار گرفته و با ویژگی‌های بارش، دمای حداکثر، میانگین و حداقل ارتباط تنگاتنگی دارد که این امر می‌تواند رابطه مستقیم و مثبت محصولات زراعی دیم را به‌میزان بارش سالانه نشان دهد و همچنین شاخص‌های سیمپسون، شانون و یکنواختی در جهت منفی محور اول و در جهت مثبت محور دوم قرار گرفته و با ویژگی-های رطوبت، دماهای حداقل، حداکثر و میانگین ارتباط داشتند (شکل ۱). نمودار آنالیز افزونگی (RDA) نشان می‌دهد که در منطقه مورد مطالعه شاخص‌های مختلف از هم تفکیک شده‌اند. به‌طوری‌که اکثر شاخص‌های تنوع زیستی همبستگی بیشتری با دمای بیشینه و رطوبت نسبی دارند. امّا در بین محصولات باغی شاخص برگر- پارکر در جهت مثبت محور اول و مرتبط با متغیرهای بارش و رطوبت نسبی، ولی شاخص‌ها سیمپسون، شانون و یکنواختی در جهت مثبت محور دوم و مرتبط با ویژگی‌های دمای حداقل، حداکثر و میانگین و همچنین رطوبت بوده، ولی شاخص غنای گونه‌ای علاوه بر دمای میانگین و حداکثر ارتباط بسیار تنگاتنگی با دمای حداقل و رطوبت برای رشد در شرایط اقلیمی زنجان دارد.

جدول ٤- مقایسه شاخص تشابه سورنسون محصولات زراعی در بین شهرستان‌های استان زنجان
Table 4- Comparison of crop products based on Sorenson's Similarity index in townships of Zanjan province

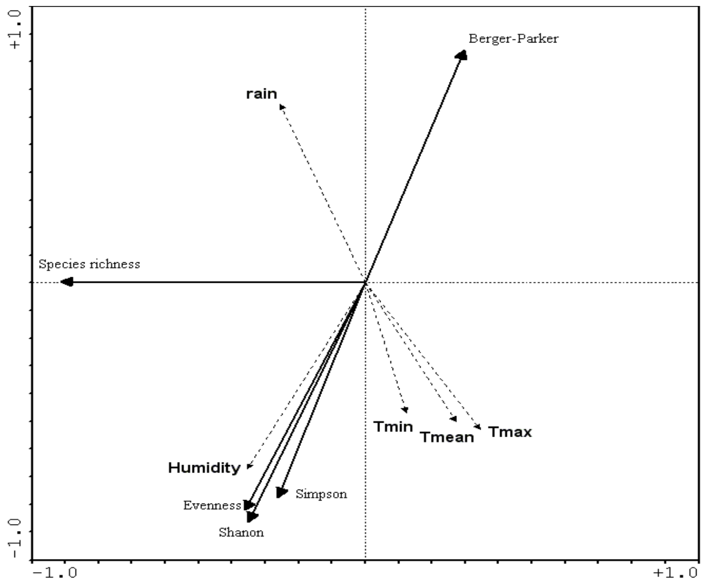
شهرستان‌ها Townships	خدابنده Khodabande	زنجان Zanjan	سلطانیه Soltanieh	ماه‌نشان Mahneshan	خرمدره Khorramdarreh	طارم Tarom	ابهر Abhar	ابجرود Abajrood
خدابنده Khodabande	1	0.83	0.70	0.78	0.75	0.58	0.90	0.80
زنجان Zanjan		1	0.76	0.80	0.70	0.66	0.78	0.75
سلطانیه Soltanieh			1	0.76	0.68	0.54	0.75	0.68
ماه‌نشان Mahneshan				1	0.64	0.66	0.73	0.68
خرمدره Khorramdarreh					1	0.69	0.84	0.88
طارم Tarom						1	0.64	0.66
ابهر Abhar							1	0.96
ابجرود Abajrood								1

جدول ۵- مقایسه شاخص تشابه سورنسون محصولات باغی در بین شهرستان‌های استان زنجان
Table 5- Comparison of horticultural products based on Sorenson's Similarity index in townships of Zanjan province

شهرستان‌ها Townships	خدابنده Khodabande	زنجان Zanjan	سلطانیه Soltanieh	ماه‌نشان Mahneshan	خرمدره Khorramdarreh	طارم Tarom	ابهر Abhar	ابجرود Abajrood
خدابنده Khodabande	1	0.87	0.85	0.87	0.60۰	0.70	0.70	0.83
زنجان Zanjan		1	0.87	0.88	0.50	0.72	0.73	0.71
سلطانیه Soltanieh			1	1	0.60	0.70	0.70	0.83
ماه‌نشان Mahneshan				1	0.50	0.72	0.73	0.71
خرمدره Khorramdarreh					1	0.37	0.46	0.75
طارم Tarom						1	0.86	0.55
ابهر Abhar							1	0.66
ابجرود Abajrood								1

این امر می‌تواند تأثیرپذیری محصولات باغی را از دمای کمینه و سرمای زودرس بهاره نسبت به سایر متغیرهای اقلیمی نشان دهد. این نتایج نشان می‌دهد که بارش و رطوبت نسبی نسبت به سایر عوامل اقلیمی تأثیر زیادی بر تنوع زیستی گونه‌ها در استان زنجان دارد. اصولاً کشاورزی بیش از سایر فعالیت‌های بشر تحت تأثیر اقلیم قرار می‌گیرد (Gregory et al., 2005). بدون تردید درجه حرارت مهم‌ترین عامل محیطی کنترل‌کننده بسیاری از فرآیندهای فیزلوژیکی گیاهان از جمله فتوسنتز و تنفس بوده و بعلاوه نمو گیاهان که اصلی‌ترین مرحله آن گل‌دهی می‌باشد نیز توسط درجه حرارت محیط تنظیم می‌شود (Atkinson & Porter, 1996). به این ترتیب افزایش درجه حرارت الگوهای گل‌دهی گیاهان را به‌شدت تحت تأثیر قرار خواهد داد (Bradley et al., 1999; Menzel, 2000). این تأثیر در مورد بسیاری از گونه‌های گیاهی مورد مطالعه قرار گرفته و به تأیید رسیده است (Fulu et al., 2006). به همین دلیل در سال‌های اخیر محققین مختلف مطالعات وسیعی را به‌منظورکمّی کردن این ارتباط آغاز کرده‌اند، تا از این طریق بتوان با پیش‌بینی درجه حرارت-های آینده در مقیاس منطقه‌ای، مراحل فنولوژیکی گیاه را تعیین نمودند.

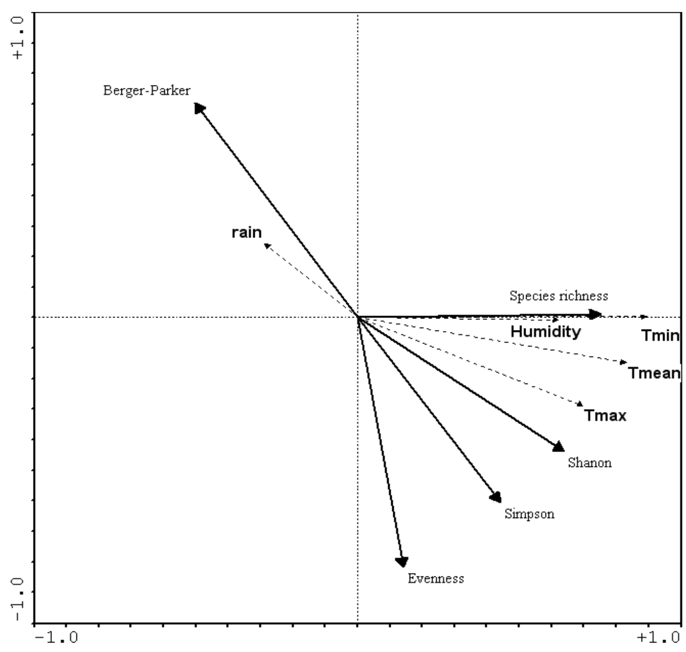
بارش و رطوبت نیز در عملکرد گیاه زرعی تأثیرگذار هستند، به-طوری‌که فرآیندهای گیاهی که به افزایش حجم سلول‌ها (فشار تورمی) وابسته هستند، حساسیت بیشتری به کمبود آب دارند. دو نمونه مهم از این فرآیندها عبارتند از تبادل گازی برگ که به حجم (فشار تورمی) سلول‌های محافظ وابسته است و دیگری افزایش سطح برگ که به گسترش سلولی متکی می‌باشد. کمبود رطوبت شاخص سطح برگ را کاهش و در نتیجه میزان جذب نور توسط گیاه کم می-شود. همچنین کلروفیل‌سازی در کمبودهای شدیدتر آب متوقف می-گردد، همه این عوامل دست به دست هم داده و باعث می‌شود در اثر تنش خشکی، عملکرد محصول کاهش یابد (Emadi, 2009). در مطالعه تأثیر تغییرات عوامل محیطی روی شاخص‌های تنوع زیستی در گیاه گندم، کامکار و همکاران (Kamkar et al., 2014)، اثر بارش و دمای کمینه را روی شاخص غالبیت سیمپسون و بارش و دمای میانگین را در ارتباط با شاخص شانون در جهت مثبت گزارش نموده‌اند. استوکینگ (Stocking, 1999) تغییرات اقلیمی را از عوامل تعیین‌کننده تنوع گونه‌ای و ژنتیکی در بوم‌نظام‌های زراعی بیان کرد و اظهار داشت تأثیر تنوع اقلیمی بر تنوع گونه‌ای معمولاً مهم‌تر از سایر عوامل محیطی می‌باشد. تنوع نظام‌های زراعی موجود، در راستای تنوع اقلیمی می‌باشد و علاوه بر آن خصوصیات خاک مناطق زراعی نیز در این امر بی‌تأثیر نیست که البته این خصوصیت نیز متأثر از ویژگی‌های اقلیمی می‌باشد (Alken & Oldfild, 1987). گلیسمن (Gliessman, 1992) نشان داد که از نظر بوم‌شناختی، اقلیم و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها که خود تابعی از اقلیم هستند، اساس شکل‌گیری و تنوع موجود در بوم‌نظام‌های زراعی در جهان می‌باشند.



شکل ۱- RDA شاخص‌های تنوع زیستی زراعی استان زنجان در ارتباط با عوامل اقلیمی

Fig. 1- RDA of agronomical biodiversity indicators of Zanjan province in relation to climatic factors

T_{max}: Max temperature: دمای بیشینه، T_{min}: Min temperature: دمای کمینه، T_{mean}: Mean temperature: دمای میانگین، Rain: بارش، Humidity: رطوبت نسبی، Berger-parker: شاخص برگر- پارکر، Species richness: تنوع (غنای) گونه‌ای، Evenness: شاخص یکنواختی، Shanon: شاخص شانون، Simpson: شاخص سیمپسون



شکل ۲- RDA شاخص‌های تنوع زیستی باغی استان زنجان در ارتباط با عوامل اقلیمی

Fig. 2- RDA of horticultural biodiversity indicators of Zanjan province in relation to climatic factors

T_{max}: Max temperature: دمای بیشینه، T_{min}: Min temperature: دمای کمینه، T_{mean}: Mean temperature: دمای میانگین، Rain: بارش، Humidity: رطوبت نسبی، Berger-parker: شاخص برگر- پارکر، Species richnes: تنوع (غنای) گونه‌ای، Evenness: شاخص یکنواختی، Shanon: شاخص شانون، Simpson: شاخص سیمپسون

تحلیل اقتصادی

نتایج بررسی‌های اقتصادی بیانگر این نکته است که مزیت نسبی بخش کشاورزی در استان زنجان بیش از یک است. این عدد در بخش زراعت و باغبانی در سال ۱۳۹۳ حدود ۲/۱۲ گزارش شده است که نشان می‌دهد بخش کشاورزی در این استان از مزیت نسبی برخوردار است. از طرفی، ارزش افزوده بخش کشاورزی در سال ذکر شده، حدود ۲۶/۵ درصد از کل محصول ناخالص داخلی بدون نفت این استان را شامل شد. با در نظر گرفتن اشتغال ۸۸۱۵۸ نفر در بخش کشاورزی (Organization of Plan & Budget, 2017)، توجه بیشتر به پایداری بوم‌نظام‌های کشاورزی، حفظ اراضی کشاورزی و حفاظت از منابع پایه از جمله تنوع زیستی کشاورزی در استان زنجان پیشنهاد می‌گردد.

نتیجه‌گیری

به طورکلی، نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که تعداد کل گونه، که ساده‌ترین شاخص در ارزیابی میزان تنوع در یک منطقه است، در شهرستان‌های طارم، خرمدره، ماه‌نشان و ابجرود استان زنجان بالا است و تقریباً اکثر محصولات باغی و زراعی اعم از گوجه‌فرنگی، طالبی، سیر، پیاز، خربزه، نخودفرنگی، هندوانه، گندم دیم، سیب‌زمینی، یونجه آبی، یونجه دیم، باقلا و برنج در این شهرستان‌ها کشت می‌شوند. با این حال علی‌رغم بالا بودن تعداد کل گونه در این شهرستان‌ها، شاخص یکنواختی در این شهرستان‌ها کمتر از حد متوسط است. افزون بر این، تغییرات سطح زیر کشت به‌تنهایی مبنایی برای بالا یا پایین بودن تنوع زیستی محصولات در یک منطقه نمی‌باشد. به‌طور مثال، علی‌رغم پایین بودن سطح زیر کشت محصولات زراعی در شهرستان سلطانیه و محصولات باغی در شهرستان ماه‌نشان، به‌ترتیب ۱۸ و هفت گونه در این شهرستان کشت می‌شود. نتایج نشان داد که در شهرستان‌هایی که شاخص یکنواختی بالا است، شاخص شانون نیز به حداکثر میزان می‌رسد (مانند شهرستان‌های طارم، ماه‌نشان و ابجرود).

اقلیم را می‌توان به‌عنوان یک عامل تعیین‌کننده اصلی در تولید محصولات کشاورزی در نظر داشت، به‌طوری‌که هر یک از متغیرهای آب‌وهوایی به‌طور مستقیم بر عملکرد محصولات اثر می‌گذارند. همچنین تنوع گونه‌ای نیز ارتباط زیادی با عوامل اقلیمی و به‌خصوص بارندگی و رطوبت نسبی دارد، به‌طوری‌که در نقاطی از استان زنجان که شرایط اقلیمی مساعدتر و حاصلخیزی خاک بیشتر است، تعداد گونه کاشته شده بیشتر بوده و سطح زیر کشت نیز از توزیع یکنواخت‌تری برخوردار بود. از نظر شاخص تشابه سورنسون شهرستان‌های ابهر و ابجرود و شهرستان‌های ماه‌نشان و زنجان به‌ترتیب در محصولات زراعی و باغی بیشترین تشابه را دارا بودند. اصولاً حفظ تنوع زیستی کشاورزی پیش‌شرط نیل به کشت‌بوم‌های پایدار در این استان است. در گذشته تنوع زیادی از گونه‌ها، ژنوتیپ‌ها و ارقام در نظام‌های زراعی به‌کار برده می‌شد و این موضوع عامل ثبات و پایداری بوم‌نظام‌ها زراعی بود. اما امروزه با ساده‌سازی کشت بوم‌ها، این سامانه‌های تولیدی کاملاً آسیب‌پذیر و وابسته شده‌اند. بر این اساس نتایج این تحقیق می‌تواند در برنامه‌ریزی کشاورزی، تدوین الگوی کشت و توسعه نظام‌های کشاورزی پایدار در استان زنجان مورد استفاده قرار گیرد.

References

1. Atkinson, D., and Porter, J.R., 1996. Temperature, plant development and crop yields. Trends in Plant Sciences 4: 119-124.
2. Blackshaw, R.E., Larney, F.J. Lindwall, C.W., Watson, P.R., and Derksen, D.A., 2001. Tillage intensity and crop rotation affect weed community dynamics in a winter wheat cropping system. Journal of Plant Science 81: 805-813.
3. Bradley, N.L., Leopold, A.C., Ross, J., and Huffaker, W., 1999. Phenological changes reflect climate change in Wisconsin. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 96: 9701–9704.
4. Brookfield, H., and Padoch, C., 1994. Appreciating agrodiversity: A look at the dynamism and diversity of indigenous farming practices. Agriculture, Ecosystems and Environment 36: 7-45.
5. Chmielewski, F.M., Müller, A., and Bruns, E., 2003. Climate changes and trends in phenology of fruit trees and

field crops in Germany, 1961–2000. Agricultural and Forest Meteorology 117: 112–123.
6. Chao, A., Li, P.C., Agatha, S., and Foissner, W.A., 2006. A Statistical approach to estimate soil ciliate diversity and distribution based on data from five continents. Oikos Journal 114: 479-493.
7. Ejtehadi, H., Sepehri, A., and Akkafi, H.R., 2008. Biodiversity measurement methods. Mashhad Ferdowsi University Press, Iran. 228 pages. (In Persian)
8. Ellis, R.H., Hadley, P., Roberts, E.H., and Summerfield, R.J., 1990. Quantitative relations between temperature, crop development and growth. In: M.T. Jackson, B.V. Ford-Lloyd and M.L. Parry (Eds.), Climate change and plant genetic resources. Belhaven Press, London, UK, p. 85-115.
9. Emadi, A.R., 2009. Water, plant and effects of water deficit on some physiological traits and plant behaviors (Case study: wheat). National Conference on Water Crisis Management, Islamic Azad University, Marvdasht Branch, Iran, March 2009. p. 1-13. (In Persian)
10. FAO., 1999. Report: Sustaining Agricultural Biodiversity and Agro-ecosystem Function. FAO, Rome Italy.
11. Fulu, T., Masayuki, Y., Yinlong, X., Yousay, H., and Zhao, Z., 2006. Climate changes and trends in phenology and yields of field crops in China, 1981–2000. Agricultural and Forrest Meteorology 138: 82–92.
12. Gliessman, S., 1992. Agroecology in the tropics: achieving a balance between land use and preservation. Environmental Management 16: 681– 689.
13. Goldani, M., Bannayan, M., and Naderi, M.R., 2017. Stratification of Isfahan province regarding crop plants biodiversity during 2003-2012. Plant Research Journal 30(1): 1-18. (In Persian with English Summary)
14. Gregory, P.J., Ingram, J.S.I., and Brklacich, M., 2005. Climate change and food security. Philosophical Transactions of the Royal Society 360: 2139-2148.
15. Hawksworth, D.L., 1995. Biodiversity- Measurement and Estimation. Chapman and Hall, London.
16. Kamkar, B., Bagherani Tershiz, N., and Razavi, S.A., 2014. Health evaluation of wheat cultivating systems in Ghareh Souh (Gorgan) based on weed diversity, yield and consumption of pesticides. Journal of Plant Production Research 21: 97-115. (In Persian with English Summary)
17. Karen, R., Hickman, S., David, C., Hartnett, D., Robert, C., Cochran, F., and Clenton, E., 2004. Grazing management effects on plant species diversity in tallgrass prairie. Journal Range Management 57:58-65.
18. Kawa, N.C., Rodrigues, T., and Clement, C.R., 2011. Useful species richness, proportion of exotic species, and market orientation on Amazonian dark earths and oxisols. Economic Botany 65: 169–177.
19. Koocheki, A., 2005. Biodiversity of crops. Letter to the Academy of Sciences 95-130.
20. Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Zare Feyzabadi, A., and Jahanbeen, M., 2003a. Evaluation of diversity of Iranian agricultural regimes. Journal of Research and Development 63: 70-83. (In Persian with English Summary)
21. Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Najafi, F., 2003 b. Biodiversity of medicinal and aromatic plants in Iranian indigenous cultivars. Iranian Journal of Crop Research 2: 208-216. (In Persian with English Summary)
22. Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Zare Feyzabadi, A., and Jahanbeen, M., 2003 c. Variety of crop varieties in Iran. Desert 9: 49-67.
23. Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Hasanzade Aval, F., Mansori, H., Amiri, S.R., Zarghani, H., and Karimian, M., 2013. Evaluation of biodiversity of vegetables in Iranian indigenous cultivars. Applied Ecology 4: 97-109.
24. Koocheki, A., Deyhim Fard, R., Mirzaii Talarposhti, R., and Kheirkhah, M., 2014. Biodiversity of fruit trees in country with emphasis on the cities of Khorasan province. Iranian Journal of Field Crops Research 12(2): 170-177. (In Persian with English Summary)
25. Makhdom, M., 2004. Ecological Economics of Biodiversity. University of Tehran Press. Tehran, Iran. 175 pages. (In Persian)
26. Magurran, A.E., 1988. Ecological Diversity and Its Measurement. London: Croom Helm.
27. Meng, E., Smale, C., Rozelle, S., Ruifa, H., Nad, H., and Hnag, H., 1999. The cost of wheat diversity in China. American Agriculture Economics Association. Annual Meeting 8-11. Nashville, Tennessee Available online at: *http://agecon.lib.umn.edu./naea99/spqqmeol.pdf*.
28. Menzel, A., 2000. Trends in phenological phases in Europe between 1951 and 1996. International Journal of Biometeorology 44: 76–81.
29. Moradi, R., and Sami, M., 2014. Biodiversity study of crops, gardens and livestock in Kerman province. Journal of Agroecology 6(3): 656-667. (In Persian with English Summary)
30. Naeem, S., and Li, S., 1995. Biodiversity enhances ecosystem reliability. Nature 390: 505-509.

31. Nagendra, H., 2002. Opposite trends in response for the Shannon and Simpson indices of landscape diversity. Applied Geography 22: 175–186.
32. Nassiri Mahallati, M., Kocheki, A., Rezvani, P., and Beheshti, A., 2000. Agro-ecology. Ferdowsi University of Mashhad Press. Mashhad, Iran. 459 pages. (In Persian)
33. Nasiri Mahallati, M., Little, A.S., and Mazaheri, D., 1384. Variety of crop species in Iran. Desert 10: 33-50.
34. Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A.R., Tavakkoli Kakhki, H.R., and Soltani, M., 2017. Agrobiodiversity indices for three cucurbit crops species in Khorasan-Razavi province. Journal of Agroecology 9(1): 1-14. (In Persian with English Summary)
35. Organization of Plan and Budget. 2017. Economic, social and cultural report of Zanjan province in 2015 year. Publications of the National Plan and Budget Organization. 204 pages.
36. Oldfield, M.L., and Alcorn, J.B., 1987. Conservation of traditional agroecosystems. Bioscience 37: 199-208.
37. Parks, T.H., Jeffree, E.P., and Jeffree, C.E., 2000. An examination of the relationship between flowering times and temperature at the national scale using long-term phonological records from the UK. International Journal of Biometeorology 44: 82–87.
38. Parry, M., Rosenzweig, C., Inglesias, A., Livermore, M., and Gischer, G., 2004. Effects of climate change on global food production under SRES emissions and socio-economic scenarios. Global and Environmental Change 14: 53–67.
39. Pimentel, D., Stachow, U., Takacs, D.A., Brubaker, H.W., Dumas, AR., Meaney, J.J., O'Neil, J.A.S., Onsi, D.E., and Corzilius, D.B., 1992. Conserving biological diversity in agricultural / forestry systems. Bioscience 42: 354-362.
40. Pourbabaei, H., Heidari, M., Begim Faghir, M., and Naghilou, M., 2012. Evaluation of biodiversity and enrichment of under-mesh vegetation in relation to soil physics and chemistry and topography in Anatolian oak of Asalem forest, Guilan. Quarterly Journal of Plant and Ecosystem 8(31): 15-26.
41. Pourghasemian, N., and Moradi, R., 2016. Assessing biodiversity of agronomical and horticultural productions of Isfahan province. Journal of Agroecology 8(2): 212-226. (In Persian with English Summary)
42. Rajabi, M., 2014. Assessment of plant biodiversity in agroecosystems of Birjand and Tabas townships. M.Sc. Thesis in Agroecology, Faculty of Agriculture, Birjand University, Birjand, Iran. (In Persian with English Summary)
43. Ravanbakhsh, M., Ejtehadi, H., Poorbabaee, H., and Ghoreishi Alhosseini, J., 2006. Investigating the diversity of plant species of Golsome Talesh forest reserve in Guilan province. Iranian Journal of Biology 3: 218-229. (In Persian with English Summary)
44. Stocking, M., 1999. Agrobiodiversity: A positive means of addressing land degradation and suitable rural livelihoods. In: Conacher, A.J., (Ed.), Land Degradation; Dordrecht: Kluwer Academic Publishers p. 1-16.
45. Stocking, M., 2001. Agrobiodiversity: A positive means of addressing land degradation and sustainable rural livelihoods. In: Conacher, A.J., (Ed.), Land Degradation. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, p. 1-16.
46. Swift, M.J., and Anderson, J.M., 1993. Biodiversity and ecosystem function in agroecosystems. In: Schultze, E., Mooney, H.A., (Eds.). Biodiversity and Ecosystem Function, Springer New York p. 57-83.
47. Ye, X.J., Wang, Z.Q., and Li, Q.S., 2002. The ecological agriculture movement in modern China. Agriculture, Ecosystems and Environment 92: 261–281.
48. Zare Chahooki, M., Jafari, M., and Azarnivand, H., 2007. Investigating the relationship between species diversity and environmental factors in Poshtkouh rangelands of Yazd province. Research and Construction in Natural Resources 78: 193-199.
49. Zhu, Y., Wang, Y., Chen, H., and Lu, B., 2003. Conserving traditional rice varieties through management for crop diversity. Bioscience 53: 158–162.

Journal of Agroecology
Vol. 12, No.2, Summer 2020, p. 179-193

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۲، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۹، ص ۱۹۳-۱۷۹

Diversity Assessment of Crop and Horticultural Products in Zanjan Province

H. Kazemi[1*], S. Bakhshande Larimi[2], S. Gholikhani[3] and G.A. Rassam[4]
Submitted: 07-12-2017
Accepted: 07-06-2018

Kazemi, H., Bakhshande Larimi, S., Gholikhani, S., and Rassam, G., 2020. Diversity assessment of crop and horticultural products in Zanjan province. Journal of Agroecology. 12(2):179-193.

Introduction

Modern agricultural systems have adverse effects on environmental aspects of production and ecosystem health. Loss of biodiversity due to monoculture is one of these adverse consequences. Biodiversity and agriculture are strongly interrelated. While biodiversity is critical for agriculture, sustainable use of biodiversity corresponds to agricultural structure and function, and thus is an indicator for farming practices. Indeed, biodiversity is considered as a vital component of sustainable agriculture from the food security, nutrition, and livelihoods viewpoints. Agricultural expansion and intensification led to biodiversity loss in agroecosystems and reduction in the types and levels of ecosystem services (ES) that people benefit from. Considering the importance of biodiversity in sustainable agricultural systems and variability of agroecosystems in Zanjan province, the goal of this study was biodiversity assessment of crop and horticultural products in this province.

Materials and Methods

Agrobiodiversity research, of Zanjan province was evaluated at the county level and it was classified to two groups; agronomy and horticulture. For this purpose necessary data for assessment of biodiversity indices, including cropping area and types of crop and horticultural species for eight county in Zanjan province were obtained from Jihad Agriculture Management of these counties, statistics and information center, statistical report of Jihad Agriculture Ministry, and interviews with experts, managers and farmers during 2016. All crude data entered to excel program and then, some biodiversity such as Shannon, Simpson, Berger-Parker, Sorenson's similarity, uniformity, total number of species and the total number of individuals in all species were calculated according to their equations. Data analysis was performed by Excel var. 2010 and Canoco softwares.

Results and Discussion

The results showed that the highest and lowest values of Shannon index were calculated in Khoramdarah (2.14) and Khodabandeh (0.87) countiesin crop products section, respectively. Also, in the garden products section, the highest and lowest amounts of this index were related to the Tarom (0.99) and Khoramdar (0.62) counties, respectively. In terms of Simpson's index, the highest amount was obtained in Khoramdar county for crop products section (0.83) and Tarom county (0.81) for horticultural products section. The Berger-Parker index had the highest value in Khodabandeh (0.80) and Khoramdarah (0.79) countiesrelated to crops and horticultural products, respectively. According to the Sorenson similarity index for crops products, the highest similarity was found between Abajrood and Abhar, also, the highest level of similarity was found between Zanjan and Mahneshan for garden section. In assessment of the biodiversity indicators with the climatic condition of the Zanjan province, it was determined that in crops products, the biodiversity affected by precipitation and relative humidity, but in the horticultural products, it was strongly influenced by the minimum temperature and relative humidity. The variability of Shannon and Simpson were related to relative humidity, minimum, maximum and average annual temperatures in crops production section, but, these indicators were more related to maximum and average annual temperatures in garden products section. The results of this study indicated that biodiversity

1, 2 and 3- Associate Professor, Department of Agronomy, Faculty of Plant Production, Ph.D. Student of agronomy and B.Sc. student, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources (GUASNR), Gorgan, Iran, respectively.
4- Assistant Professor of Shirvan Higher Education Complex, Shirvan, Iran.
(*- Corresponding Author Email: hkazemi@gau.ac.ir)
Doi:10.22067/jag.v12i2.69227

indices for some townships were not favorable in Zanjan province.

Conclusion

The diagram of the analysis redundancy (RDA) showed that the most biodiversity indicators were more correlated with maximum temperature and relative humidity among crops and gardens products.These results indicated that biodiversity has decreased in many regions and it was reached to lowest value. From this viewpoint, we have to understand the ability of biodiversity to support ecosystems such as agroecosystems and sustainable agriculture ecosystem by providing numerous services. Therefore, educating and encouraging farmers to use of crops types can improve the biodiversity services for suitability of agricultural systems in Zanjan province.

Acknowledgements

We are thankful to Jihad Agriculture organization of Zanjan province, and Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources (GUASNR) for all their companions and supports.

Keywords: Ecosystems, Shannon indices, Species richness, Species uniformity